

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 被処理液を満たした液槽に膜エレメントを浸漬し、この膜エレメントにおける濾過操作と濾過停止とを繰り返す間欠運転を行うようにした膜分離装置において、前記膜エレメントの濾過操作時における濾過抵抗を検出する検出手段と、この検出手段の検出結果に応じて前記間欠運転のサイクルを変化させる制御手段とを具備したことを特徴とする膜分離装置。

【請求項 2】 前記検出手段は前記膜エレメントの濾過操作時における膜透過液の流量が一定となるように吸引した際の吸引圧力を検出する手段であることを特徴とする請求項 1 に記載の膜分離装置。

【請求項 3】 前記制御手段は膜エレメントの濾過抵抗が設定値を超えた時に、1 サイクルにおける濾過操作と濾過停止の時間比を一定に維持しつつ、間欠運転のサイクル時間を短縮するように制御することを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の膜分離装置。

【請求項 4】 前記制御手段は前記被処理液の性状を加味して前記サイクルを制御することを特徴とする請求項 1 乃至請求項 3 のいずれかに記載の膜分離装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は膜分離装置に係り、特に被処理液を満たした液槽に膜エレメントを浸漬し、被処理液を濾過するようにした膜分離装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 通常、この種の膜分離装置では、浸漬した膜エレメントの洗浄を目的として運転中に膜エレメントの下方に設置した散気手段から膜エレメントに向けて散気を行う。また、散気による洗浄効果をより一層高めるために、膜エレメントにおける濾過操作と濾過停止とを頻繁に繰り返す間欠運転がしばしば採用されている。間欠運転を行うと、濾過操作時に膜エレメントの膜面に付着、堆積した付着物が濾過停止のたびに散気によって膜面から剥離する。このため、運転を長時間継続しても膜エレメントの閉塞の原因となるファウリング物質が蓄積しにくく、膜透過液の透過流速を比較的安定に維持することができる。このような間欠運転の効果は膜エレメントに向けて散気を行わないにおいても程度の差はあれ、同様に得られると言われている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上述の間欠運転を長期間継続すると、ファウリング物質が膜エレメントの濾過膜に徐々に蓄積し、濾過抵抗が次第に上昇する傾向が見られる。濾過抵抗の上昇が進行すると、上昇の程度が加速し正常な濾過操作を継続することが困難になる場合がある。また、間欠運転のサイクルは被処理液の性状や使用する濾過膜の種類などの処理条件によって決定されるが、運転初期に設定した間欠運転のサイクルが常に最適であるとは限らない。すなわち、間欠運

転のサイクル時間を長くすると運転操作が安定し、装置構成品に対する機械的なショックが小さい利点がある反面、濾過抵抗の上昇傾向が強まる欠点がある。一方、間欠運転のサイクル時間を短くすると運転操作が煩雑化し、装置構成品に対する機械的なショックが頻繁になる欠点があるが、濾過抵抗の上昇傾向が比較的小さい利点がある。本発明の目的は上記従来技術の問題点を改善し、間欠運転のサイクルを適正に制御することによって、間欠運転を長期間継続しても運転操作が比較的安定し、装置構成品に対する機械的なショックが比較的小さく、かつ、濾過抵抗の上昇傾向が比較的小さい膜分離装置を提供することにある。

【0004】

【課題を解決するための手段】 上記の課題を解決するために、本発明に係る膜分離装置は、被処理液を満たした液槽に膜エレメントを浸漬し、この膜エレメントにおける濾過操作と濾過停止とを繰り返す間欠運転を行うようにした膜分離装置において、前記膜エレメントの濾過操作時における濾過抵抗を検出する検出手段と、この検出手段の検出結果に応じて前記間欠運転のサイクルを変化させる制御手段とを具備したことを特徴とする。

【0005】 前記検出手段は前記膜エレメントの濾過操作時における膜透過液の流量が一定となるように吸引した際の吸引圧力を検出する手段であることが好ましい。

また、前記制御手段は膜エレメントの濾過抵抗が設定値を超えた時に、1 サイクルにおける濾過操作と濾過停止の時間比を一定に維持しつつ、間欠運転のサイクル時間を短縮するように制御することが好ましい。また、前記制御手段は前記被処理液の性状を加味して前記サイクルを制御することが好ましい。

【0006】

【発明の実施の形態】 図 1 は本発明に係る膜分離装置の実施形態を示す装置系統図である。液槽 10 は液供給ライン 12 から供給された被処理液 14 で満たされている。液槽 10 の内部には浸漬式の膜エレメント 16 が配設されている。膜エレメント 16 を構成する濾過膜としては、例えば平膜、中空糸膜が好ましく用いられる。膜エレメント 16 の下方には散気管 18 が配設されている。散気管 18 は空気供給ライン 20 を介してブロワ 22 に接続されている。ブロワ 22 からの圧縮空気が散気管 18 に供給されると、散気管 18 はこの空気を微細な気泡として被処理液中に散気する。この時の散気エネルギーによって被処理液が攪拌され、膜エレメント 16 の膜面が洗浄される。

【0007】 膜エレメント 16 の二次側 24 には膜透過液を抜き出すための透過液排出ライン 26 が接続し、透過液排出ライン 26 には圧力計 28、切替弁 30、吸引ポンプ 32 及び流量計 34 が設けられている。また、透過液排出ライン 26 には切替弁 36 を介して薬液供給ライン 38 が接続され、薬液タンク 40 内の薬液が膜エレ

メント 16 の二次側 24 に流入可能とされている。

【0008】符号 42 は間欠運転を実行するための制御器であり、制御器 42 には圧力計 28 及び被処理液 14 の性状を把握するための計器 44 の検出値が入力され、制御器 42 からの制御信号が切替弁 30、吸引ポンプ 32 及び切替弁 36 に出力される。

【0009】上記の構成において、被処理液 14 が液供給ライン 12 から一定流量で液槽 10 に供給される。濾過操作時には被処理液 14 が吸引ポンプ 32 の駆動によって膜エレメント 16 の二次側 24 に吸引され、濾過膜を透過した膜透過液は透過液排出ライン 26、吸引ポンプ 32、流量計 34 を経て装置外に排出される。この際、供給された被処理液 14 と見合った量の膜透過液が吸引されるように、すなわち、流量計 34 の指示値が所定の一定値となるように吸引ポンプ 32 が回転数制御によって駆動される。したがって、液槽 10 の液面はほぼ一定のレベルに維持される。

【0010】制御器 42 は膜分離装置を間欠運転するために切替弁 30 と吸引ポンプ 32 のオンオフを制御する。すなわち、濾過操作時には切替弁 30 を開とし、吸引ポンプ 32 を作動させる。濾過停止時には切替弁 30 を閉とし、吸引ポンプ 32 を停止させる。制御器 40 はタイマを内蔵しており、濾過操作と濾過停止の時間を任意に設定できる。濾過操作時における吸引圧力は圧力計 28 によって検出され、検出値が制御器 40 に入力される。この圧力計 28 によって検出される吸引圧力が、膜透過液の流量が所定の一定値となるように運転した際の膜エレメント 16 の濾過抵抗を間接的に意味している。なお、上記の吸引圧力は相対的な指標であり、膜透過液の流量に応じて大幅に変化することはいうまでもない。

【0011】図 2 は本実施形態における間欠運転の一例をモデル化して示した説明図であり、横軸は経過時間を示し、縦軸は吸引圧力を示す。運転開始の T_0 時は間欠運転のサイクル時間となるべく長くなるように設定される。例えばサイクル時間を 30 分とし、この時の 1 サイクルにおける濾過操作の時間を 27 分、濾過停止の時間を 3 分に設定する。この時の 1 サイクルにおける濾過操作と濾過停止の時間比は 9 : 1 である。このようなサイクルで運転すると濾過開始時に S_0 であった吸引圧力が濾過操作の過程で徐々に上昇し、27 分後の濾過停止直前時には S_1 になる。次に、3 分間の濾過停止によって膜エレメント 16 が洗浄され、濾過抵抗が回復して低下する。すなわち、この濾過停止の間でも散気管 18 からの散気が継続されるので、膜エレメント 16 の濾過膜面に付着、堆積した付着物が膜面から剥離し、効果的な洗浄が行われる。したがって、次の濾過開始時での吸引圧力 S_2 は 1 サイクル前の濾過開始時での吸引圧力 S_0 と同程度の値に低下する。しかしながら、濾過停止によっては濾過抵抗を完全に回復させることは困難である。このため、吸引圧力 S_2 はサイクルを繰り返すごとに徐々に

上昇する。また、濾過停止直前時の吸引圧力 S_1 も吸引圧力 S_2 に追隨してサイクルを繰り返すごとに徐々に上昇する。吸引圧力が大きくなればなるほど、濾過膜の閉塞をもたらすファウリング物質が濾過膜内に浸透し易くなり、濾過抵抗の上昇が加速する。

【0012】したがって、本実施の形態では濾過抵抗の上昇が加速しにくいレベルの吸引圧力の許容値 X を設定しておき、前記濾過停止直前時の吸引圧力 S_1 がこの許容値 X を超えた T_1 時に、間欠運転のサイクル時間を短縮するように制御する。すなわち、次のサイクルからはサイクル時間を 20 分とし、この時の 1 サイクルにおける濾過操作の時間を 18 分、濾過停止の時間を 2 分に設定する。この時の 1 サイクルにおける濾過操作と濾過停止の時間比は今までのサイクルと同様に 9 : 1 である。したがって、サイクル時間を短縮しても膜透過液の流量を今までのサイクルと同様に所定の一定値に維持することができ、処理装置としての安定性を確保できる。また、サイクル時間の短縮によって濾過停止直前時の吸引圧力 S_1 が許容値 X を十分に下回る低い値で運転することができる。このため、濾過開始時の吸引圧力 S_0 の上昇も低く抑えることができる。

【0013】しかしながら、上記のサイクル時間の短縮を実行してもサイクル数を重ねると、濾過開始時の吸引圧力 S_0 と濾過停止直前時の吸引圧力 S_1 の双方が徐々に上昇する。したがって、濾過停止直前時の吸引圧力 S_1 が許容値 X を超えた T_2 時に、間欠運転のサイクル時間を再度、短縮するように制御する。すなわち、次のサイクルからはサイクル時間を 10 分とし、この時の 1 サイクルにおける濾過操作の時間を 9 分、濾過停止の時間を 1 分に設定する。この時の 1 サイクルにおける濾過操作と濾過停止の時間比は今までのサイクルと同様に 9 : 1 である。この再度のサイクル時間の短縮によって、再び、吸引圧力が許容値 X を超えない範囲内での安定な間欠運転が可能となる。

【0014】濾過停止直前時の吸引圧力 S_1 が許容値 X を超えた T_2 時では、最早、間欠運転のみでは濾過抵抗の回復が困難と判断できるので、制御器 42 は間欠運転を停止し、膜エレメント 16 の薬液洗浄に切り替える。すなわち、図 1 において切替弁 30 を閉とし、吸引ポンプ 32 を停止させた濾過停止の状態から、切替弁 36 を開とする。すると薬液タンク 40 内の薬液がその水頭差によって薬液供給ライン 38、切替弁 36 を介して透過液排出ライン 26 に逆流し、薬液が膜エレメント 16 の二次側 24 に流入する。この薬液の流入によって膜エレメント 16 が薬液洗浄され、濾過抵抗がほぼ運転初期の低い状態にまで回復する。薬液洗浄が終了すると、切替弁 36 を閉とした後、図 2 に示した間欠運転の開始時 T_0 に戻る。

【0015】このように本実施形態によれば、時間経過が $T_0 \sim T_1$ の A 期間ではサイクル時間が最も長い間欠運

転、 $T_1 \sim T_2$ の B 期間ではサイクル時間が中程度の間欠運転、 $T_2 \sim T_3$ の C 期間ではサイクル時間が最も短い間欠運転、 T_3 以降に薬液洗浄をするように制御を繰り返すので、吸引圧力が許容値 X を大幅に越えない範囲内で比較的長期間にわたり安定した運転が可能となる。また、各間欠運転の 1 サイクルにおける濾過操作と濾過停止の時間比を一定に維持するようにしたので、サイクル時間を短縮しても膜透過液の流量を所定の一定値に維持することができ、処理装置としての安定性を確保できる。なお、図 2 において破線で示した操作線は吸引圧力が許容値 X を超えても引き続き、サイクル時間が最も長い間欠運転を継続した場合を例示したものである。このような場合には吸引圧力が急激に上昇し、比較的早い時期に上限値 Y に達する。上限値 Y の状態では、薬液洗浄を実施しても濾過抵抗を運転初期の低い状態にまで回復させることは困難であり、大きな不利をもたらす。また、サイクル時間が最も短い間欠運転を運転開始の当初から実施した場合には運転操作が煩雑化し、装置構成品に対する機械的なショックが頻繁になる。このため、装置寿命を縮めたり、運転トラブルの頻度が多くなるという不利を招く。

【0016】前記実施形態では制御器 42 では膜透過液の流量を一定に維持する条件で濾過停止直前時の吸引圧力 S_1 に基づいて間欠運転のサイクルを制御するようにした。しかしながら、本発明はこれに限らず、濾過開始時の吸引圧力 S_0 の上昇程度に応じて間欠運転のサイクルを制御するようにしてもよい。また、膜分離装置の用途によっては膜エレメントへの吸引圧力や押出圧力を一定に維持して運転する場合があり、膜エレメントの濾過抵抗に変化に応じて膜透過液の流量が変化する運転となる。このような場合には膜エレメントの濾過抵抗を検出する検出手段として膜透過液の流量計を用いればよい。すなわち、濾過操作時に流量計で検出される膜透過液の流量が設定値以下となった時に、膜エレメントの濾過抵抗が許容上限値に達したとみなして、間欠運転のサイクル時間を短縮するように制御することになる。また、図 1 に示したように制御器 42 に被処理液 14 の性状を把*

* 握するための計器 44 の検出値を入力し、制御器 42 では被処理液 14 の性状を加味して間欠運転のサイクルを制御するようにしてもよい。たとえば、膜エレメントの膜透過性能は被処理液の粘性に大きく関係する。また、被処理液の粘性は組成が同一であっても液温によって変化する。したがって、計器 44 では液温を検出し、制御器 42 では液温との相関で被処理液の粘性を推定する。そして、被処理液の粘性が低い時には間欠運転のサイクル時間を比較的長くし、粘性が高い時には間欠運転のサイクル時間を比較的短く設定する考え方を、前記膜エレメントの濾過抵抗に応じて間欠運転のサイクルを制御する際に加味する。このような、きめの細かな制御をすれば、間欠運転をより一層実状に即した内容で実行できる。

【0017】

【発明の効果】本発明の膜分離装置によれば、膜エレメントの濾過操作時における濾過抵抗に応じて間欠運転のサイクルを適正に制御するようにした。このため、間欠運転を長期間継続しても運転操作が比較的安定し、装置構成品に対する機械的なショックが比較的小さく、かつ、濾過抵抗の上昇傾向が比較的小さい。

【図面の簡単な説明】

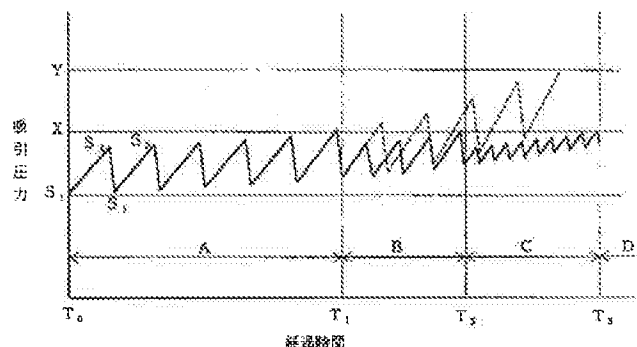
【図 1】本発明に係る膜分離装置の実施形態を示す装置系統図である。

【図 2】本実施形態における間欠運転の一例をモデル化して示した説明図である。

【符号の説明】

- 10 …… 液槽
- 14 …… 被処理液
- 16 …… 膜エレメント
- 24 …… (膜エレメントの) 二次側
- 26 …… 透過液排出ライン
- 28 …… 圧力計
- 30 …… 切替弁
- 32 …… 吸引ポンプ
- 34 …… 流量計
- 42 …… 制御器

【図 2】



【図1】

